

**KAJIAN MOLEKULER LUMBA-LUMBA HIDUNG BOTOL (*Tursiops* sp.)  
ASAL LAUT JAWA BERDASAR URUTAN GEN *CYTOCHROME C*  
*OXIDASE* SUB-UNIT II (COX II)*****Molecular Studies of Bottlenose Dolphins (*Tursiops* sp.) from Java Sea by Gene Sequences of  
Cytochrome C Oxidase Sub-Unit II (COX II)*****Rini Widayanti<sup>1</sup> dan Yuda Heru Fibrianto<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta<sup>2</sup>Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail: riniwida@yahoo.co.uk

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji secara molekuler *Tursiops* sp. asal laut Jawa berdasar urutan gen *Cytochrome C Oxidase* sub-unit II (COX II). Sampel yang digunakan berasal dari darah lima ekor lumba-lumba hidung botol dari penangkaran PT. Wersut Seguni Indonesia. *Deoxyribonucleic acid* (DNA) total diisolasi dari sampel darah, selanjutnya diamplifikasi dengan teknik *polymerase chain reaction* (PCR), dilakukan pengurutan, kemudian data dianalisis menggunakan program MEGA versi 5.1. Hasil amplifikasi diperoleh produk PCR sebesar 824 pasang basa (pb), dan hasil pengurutan DNA didapatkan 684 nukleotida penyusun gen COX II yang menyandi 228 asam amino penyusun COX II. Urutan nukleotida dan asam amino COXII lumba-lumba hidung botol asal laut Jawa memiliki homologi yang sangat tinggi terhadap *Tursiops aduncus* masing-masing sebesar 99,13 dan 100%. Filogram menggunakan metode *neighbour joining* berdasarkan urutan nukleotida gen COX II, lumba-lumba hidung botol asal laut Jawa berada dalam kelompok *Tursiops aduncus*.

Kata kunci: lumba-lumba hidung botol, gen COX II, nukleotida, laut Jawa

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine the molecular basis of *Tursiops* sp. originated from Java sea based on gene sequences of *Cytochrome C Oxidase* sub-unit II. Samples of blood were collected from five male bottlenose dolphins from PT. Wersut Seguni Indonesia captivity. Total deoxyribonucleic acid (DNA) was isolated from blood samples, then amplified by polymerase chain reaction (PCR), sequenced, and the data were analyzed using MEGA version 5.1 program. The amplification result of the PCR product obtained 824 base pairs (bp), and DNA sequencing obtained 684 nucleotides constituent of COX II genes that encode 228 amino acids making up the COX II. Nucleotide and amino acid sequence of COX II bottlenose dolphins originated from Java sea has a very high homology to *Tursiops aduncus* that are 99.13% and 100% respectively. Phylogram by neighbour joining method based on the nucleotide sequence of COX II gene indicating bottlenose dolphins from Java sea belongs to group of *Tursiops aduncus*.

Key words: bottlenose dolphin, COX II gene, nucleotide, Jawa Sea

**PENDAHULUAN**

Lumba-lumba hidung botol (*Tursiops* sp.) atau *bottlenose dolphin* adalah termasuk dalam Kingdom Animalia, *phylum* Chordata, kelas Mammalia, *ordo* Cetacea, *subordo* Odontoceti, *familia* Delphinidae, *genus* *Tursiops*, spesies *Tursiops aduncus* (*T. aduncus*) dan *T. truncatus*. Badan Konservasi Dunia (*International union for conservation nature/IUCN*) mengelompokkan satwa ini dalam status data *deficient*. Organisasi IUCN menerangkan bahwa ada sekitar 13 spesies lumba-lumba yang berhabitat di perairan Indonesia, antara lain *Steno bredanensis*, *Sousa chinensis*, *T. truncatus*, *T. aduncus*, *Stenella longirostris*, *Stenella coeruleoalba*, *Lagenodelphis hosei*, *Grampus griseus*, *Peponocheopala electra*, *Feresa attenuata*, *Pseudorca crassidens*, *Orcinus orca*, dan *Globicephala macrorhynchus*. Kajian tentang lumba-lumba yang berasal dari Laut Jawa saat ini masih sangat minim, sehingga sangat sulit ditemukan profil lumba-lumba dari perairan Laut Jawa tersebut.

Taksonomi genus *Tursiops* saat ini masih kontroversial. Pembagian menjadi beberapa spesies lumba-lumba di masa lalu digambarkan berdasarkan distribusi dan variasi karakter morfologinya. Saat ini diakui terdapat dua spesies dalam genus *Tursiops*,

lumba-lumba hidung botol Samudera Hindia atau Indo-Pasifik, *T. aduncus* (Ehrenberg, 1832) dan lumba-lumba hidung botol, *T. truncatus*, yang diakui sebagai spesies yang tersebar luas (Rice, 1998). Lumba-lumba hidung botol kebanyakan berasal dari Laut Pasifik dengan morfologi yang sangat besar, mempunyai panjang 3,7 m dan bobot 454 kg. Di Laut Tengah/Mediterrania, lumba-lumba tumbuh sampai 3,7 m atau lebih (Klinowska, 1991), sedangkan lumba-lumba yang ada di penangkaran maksimal panjangnya hanya 2,2 m dengan bobot badan 100 kg, sehingga perlu diteliti lebih lanjut perbedaan lumba-lumba ini secara genetik dari lumba-lumba dari Pasifik atau yang lainnya. Menurut Rudolph *et al.* (1997), spesies lumba-lumba hidung botol di Indonesia tersebar di Laut Jawa, Pulau Panaitan, sebelah barat Jawa, Pulau Sissie, sebelah timur Laut Seram, lepas pantai Papua, Samudera Pasifik, Lamalera, Pulau Solor, Pulau Biak, timur laut Papua, Selat Ambon, Selat Malaka, Selat Singapura, Kepulauan Riau, sebelah timur Pulau Bangka, dan Selat Sunda.

Menurut Widayanti *et al.* (2010), urutan gen-gen *cytochrome C oxidase* sub-unit II (COX II), pada tingkat nukleotida dan asam amino dapat digunakan sebagai penanda genetik yang dapat membedakan *Tarsius spectrum* dan *T. dianae* dengan *T. bancanus*. Diharapkan

bahwa urutan gen COX II, juga dapat digunakan sebagai penanda genetik mamalia air khususnya genus *Tursiops* sp. sehingga usaha konservasi dan manajemen mamalia air dapat tepat dan berhasil guna.

## MATERI DAN METODE

### Isolasi Total DNA

Sampel darah lima ekor *Tursiops* sp. asal Laut Jawa diperoleh dari PT. Wersut Seguni Indonesia, Semarang, Jawa Tengah. Total DNA diekstraksi dari darah yang diambil dari pembuluh darah pada pangkal ekor, dengan ditambah antikoagulan *ethylene diamine tetraacetic acid* (EDTA). Isolasi dan purifikasi *deoxyribonucleic acid* (DNA) menggunakan kit isolasi DNA (*Genaid*).

### Desain Primer

Primer untuk gen COX II didesain berdasarkan data urutan *T. aduncus* (Kode akses *GenBank*: EU557092.1). Program primer 3 output ([http://www-genome.wi.mit.edu/cgi-bin/primr3.cgi/results\\_from-primr3](http://www-genome.wi.mit.edu/cgi-bin/primr3.cgi/results_from-primr3)) digunakan untuk menyeleksi primer-primer mana saja yang diestimasi memberikan kemungkinan hasil yang baik.

### Amplifikasi GenCOX II dengan PCR

Amplifikasi DNA dari lima sampel *Tursiops* sp. dilakukan dengan teknik *polymerase chain reaction* (PCR). Amplifikasi gen COX II menggunakan sepasang primer yang telah didesain sendiri berdasar urutan genom mitokondria *T. aduncus* (Kode akses *GenBank*: EU557092.1), seperti disajikan pada Tabel 1. Amplifikasi DNA dilakukan dengan kondisi sebagai berikut: Denaturasi awal selama dua menit pada suhu 94° C selanjutnya diikuti dengan 94° C selama 30 detik untuk denaturasi, 55° C selama 45 detik untuk penempelan primer (*annealing*), 72° C selama satu menit untuk pemanjangan (*elongation*); amplifikasi dilakukan sebanyak 35 siklus kemudian diakhiri lima menit pada 72° C.

Produk PCR dideteksi dengan cara dimigrasikan pada gel agarosa 1% dengan menggunakan bufer 1x *tris borate* EDTA (TBE) dalam piranti *submarine electrophoresis* (Hoefer, USA). Pengamatan dilakukan dengan bantuan sinar ultra violet (UV) ( $\lambda = 300$  nm) setelah gel diwarnai dengan *bioatlas*. Penanda DNA dengan ukuran 100 pb digunakan sebagai penunjuk panjang basa nukleotida.

### Pengurutan DNA

Produk PCR hasil amplifikasi dimurnikan dengan menggunakan *GFX Column purification kit*, selanjutnya dipergunakan sebagai DNA cetakan untuk reaksi pengurutan DNA. Masing-masing sampel dilakukan dua reaksi pengurutan yaitu menggunakan

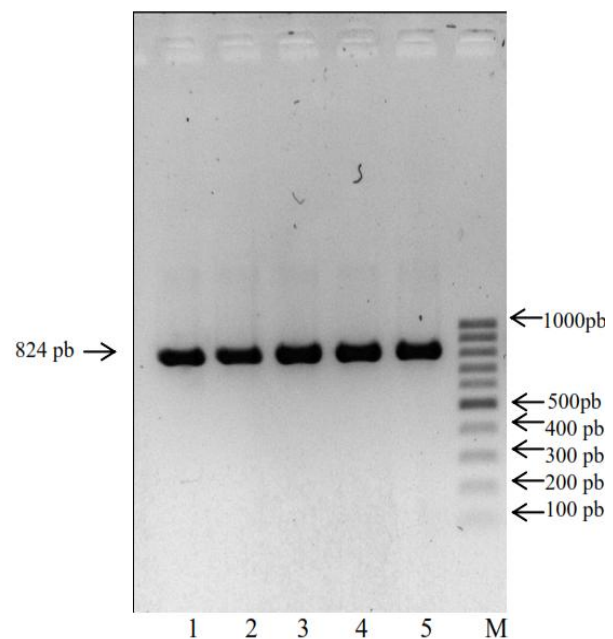
primer *forward* dan primer *reverse*.

### Analisis Data

Penjajaran berganda urutan nukleotida gen COX II dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *Clustal W* (Thompson *et al.*, 1994). Analisis hasil berdasarkan urutan nukleotida gen COX II dengan bantuan perangkat lunak MEGA versi 5.1. Jarak genetik dianalisis dengan metode Kimura dengan dua parameter (Tamura *et al.*, 2007). Pohon filogenetik dianalisis berdasarkan urutan nukleotida dan asam amino dengan metode *Neighbor joining* dengan nilai *bootstrap* 1000x. Mamalia air yang digunakan sebagai pembandingan diambil dari data *GenBank* antara lain *T. aduncus* (Kode akses *GenBank*: EU557092.1), *T. truncatus* (*GenBank*: EU557093.1), *Delphinus capensis* (*GenBank*: EU557094), *Delphinus delphis* (*GenBank*: FJ590426), *Stenella coeruleoalba* (*GenBank*: EU557097.1), *Stenella attenuata* (*GenBank*: EU557096.1), dan *Sousa chinensis* (*GenBank*: EU557091.1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sepasang primer pada penelitian ini didesain untuk mengamplifikasi daerah gen COX II. Produk PCR hasil amplifikasi menggunakan primer TRUNCOX2F dan TRUNCOX2R adalah sekitar 824 pasang basa (pb). Hasil PCR yang dimigrasikan pada gel agarosa 1% yang diwarnai dengan *bioatlas* disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil PCR gen COX II *Tursiops* sp. (824 pb) pada gel agarosa 1% (1= *Tursiops* 1, 2= *Tursiops* 2, 3= *Tursiops* 3, 4= *Tursiops* 4, 5= *Tursiops* 5, M= DNA ladder 100 pb)

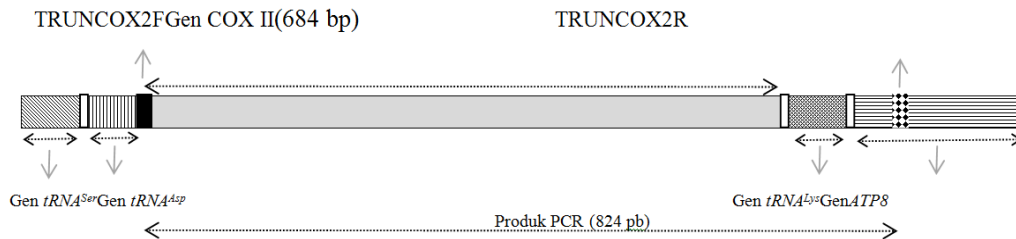
**Tabel 1.** Urutan basa primer untuk mengamplifikasi gen COX II *Tursiops aduncus*

Target	F dan R	Urutan basa	Tm(° C)	Produk PCR (pb)
COX II	TRUNCOX2F	5' CCATGGCTTATCCCTTTTCAA 3'	59,89	824
	TRUNCOX2R	5' TGCAAACAGGGTGAAGATCA3'	60,24	

Produk PCR gen COX II adalah sekitar 824 pb. Hasil ini diperoleh setelah primer yang digunakan diplotkan dengan data genom mitokondria *T. aduncus* dan *T. truncatus* yang ada di *GenBank*, dengan kode akses berturut-turut *T. aduncus* EU557092.1 dan EU557093.1. Letak penempelan primer untuk amplifikasi gen COX II disajikan pada Gambar 2.

Produk PCR sebesar 824 pb, terletak pada gen *tRNA<sup>Asp</sup>* parsial (2 pb), gen COXII (684 pb), *spacer* (3pb), gen *tRNA<sup>Lys</sup>* (65 pb), *spacer* (4pb), dan gen ATP8

parsial (66 pb) (Xiong *et al.*, 2009). Urutan DNA hasil penelitian dan spesies mamalia air lain yang diambil dari *GenBank* disejajarkan berganda (*multiple alignment*), dan selanjutnya dilakukan analisis keragaman nukleotida. Hasil pengurutan sepanjang 824 nukleotida (nt) setelah disejajarkan dengan urutan yang ada di *GenBank*, dipilih 684 nt yang merupakan urutan penyusun gen COX II yang akan menyandi 228 asam amino. Hasil pengurutan gen COXII *Tursiops* sp. dan mamalia air lainnya disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 2.** Letak penempelan primer TRUNCOX2F dan TRUNCOX2R untuk mengamplifikasi gen COX II pada *T. aduncus* (EU557092.1) menggunakan program primer3\_online. = ■ Letak penempelan TRUNCOX2F; = ▨ Letak penempelan TRUNCOX2R; = □ *spacer*

T_aduncus	ATG	GCT	TAT	CCC	TTT	CAA	CTA	GGC	TTA	CAA	GAC	GCA	GCA	TCA	CCC	[ 45]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 45]
Delphinus_capensis	atg	gct	tat	ccc	ttt	caa	cta	ggc	tta	caa	gac	gca	gca	tca	ccc	[ 45]
Delphinus_delphis	atg	gct	tat	ccc	ttt	caa	cta	ggc	tta	caa	gac	gca	gca	tca	ccc	[ 45]
Pseudorca_crassidens	atg	gca	tat	ccc	ttt	caa	cta	ggt	tta	caa	gac	gca	gca	tca	ccc	[ 45]
Steno_bredanensis	atg	gca	tac	ccc	ttt	caa	cta	ggc	tta	caa	gac	gca	gca	tca	ccc	[ 45]
T_aduncus	GTT	ATA	GAA	GAA	CTT	CTA	CAA	TTT	CAT	GAC	CAT	GCA	TTG	ATG	ATC	[ 90]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	...	...	...	...	...	[ 90]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	..C	...	...	..C	...	..C	...	...	..A	...	...	[ 90]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	..C	...	...	...	...	[ 90]
Delphinus_capensis	gtt	ata	gaa	gaa	ctt	cta	caa	ttt	cat	gac	cat	gca	ttg	atg	atc	[ 90]
Delphinus_delphis	gtt	ata	gaa	gaa	ctt	cta	caa	ttt	cat	gac	cat	gca	ttg	atg	atc	[ 90]
Pseudorca_crassidens	gtc	ata	gaa	gaa	ctc	cta	caa	ttt	cat	gac	cat	gca	ttg	atg	atc	[ 90]
Steno_bredanensis	gtt	ata	gaa	gaa	ctt	cta	caa	ttt	cat	gac	cac	gca	ttg	atg	atc	[ 90]
T_aduncus	GTC	TTC	TTA	ATC	AGC	TCC	TTA	GTT	CTT	TAT	ATC	ATT	ACA	CTA	ATA	[135]
T_truncatus	...	..T	...	..T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..G	[135]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Stenella_attenuata	...	...	..G	...	...	...	...	...	...	..T	...	...	...	...	...	[135]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[135]
Delphinus_capensis	gtc	ttc	tta	atc	agc	tcc	tta	gtt	ctt	tat	atc	att	aca	cta	ata	[135]
Delphinus_delphis	gtc	ttc	tta	atc	agc	tcc	tta	gtt	ctt	tat	atc	att	aca	cta	ata	[135]
Pseudorca_crassidens	gtc	ttc	tta	att	agc	tcc	tta	gtt	ctt	tat	att	att	aca	cta	atg	[135]
Steno_bredanensis	gtc	ttc	tta	att	agc	tcc	tta	gtt	ctt	tat	att	att	aca	cta	ata	[135]
T_aduncus	CTA	ACA	ACC	AAA	TTA	ACT	CAC	ACT	AGT	ACA	ATA	GAC	GCT	CAA	GAA	[180]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]

Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[180]
Delphinus_capensis	cta	aca	acc	aaa	tta	act	cac	act	agt	aca	ata	gac	gct	caa	gaa	...	[180]
Delphinus_delphis	cta	aca	acc	aaa	tta	act	cac	act	agt	aca	ata	gac	gct	caa	gaa	...	[180]
Pseudorca_crassidens	ctt	aca	acc	aaa	cta	act	cac	act	agt	aca	ata	gac	gct	caa	gaa	...	[180]
Steno_bredanensis	ctt	aca	acc	aaa	tta	act	cac	acc	aat	aca	ata	gac	gct	caa	gaa	...	[180]
T_aduncus	GTA	GAG	ACT	ATT	TGA	ACC	GTC	CTC	CCA	GCC	GTT	ATT	CTA	ATC	ATA	...	[225]
T_truncatus	...	...	...	...	...	..T	...	...	..G	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	...	...	[225]
Stenella_attenuata	..G	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Sousa_chinensis	..G	...	...	...	...	...	A..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[225]
Delphinus_capensis	gta	gag	act	att	tga	acc	gtc	ctc	cca	gcc	gtt	att	cta	atc	ata	...	[225]
Delphinus_delphis	gta	gag	act	att	tga	acc	gtc	ctc	cca	gcc	gtt	att	cta	atc	ata	...	[225]
Pseudorca_crassidens	gta	gaa	act	att	tga	act	gtc	ctt	cca	gcc	atc	att	tta	atc	ata	...	[225]
Steno_bredanensis	gta	gaa	act	att	tga	acc	gtc	ctt	cca	gcc	gtt	att	tta	atc	ata	...	[225]
T_aduncus	ATC	GCC	CTG	CCT	TCT	CTA	CGA	ATT	CTC	TAC	ATA	ATA	GAC	GAA	ATT	...	[270]
T_truncatus	...	...	..A	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Stenella_attenuata	...	...	..A	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	[270]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[270]
Delphinus_capensis	atc	gcc	ctg	cct	tct	cta	cga	att	ctc	tac	ata	ata	gac	gaa	att	...	[270]
Delphinus_delphis	atc	gcc	ctg	cct	tct	cta	cga	att	ctc	tac	ata	ata	gac	gaa	att	...	[270]
Pseudorca_crassidens	att	gcc	cta	ccc	tcc	cta	cga	att	ctc	tat	ata	ata	gac	gaa	att	...	[270]
Steno_bredanensis	atc	gcc	cta	cct	tct	cta	cga	att	ctc	tat	ata	ata	gac	gaa	atc	...	[270]
T_aduncus	AAT	AAC	CCC	TCT	CTT	ACC	GTA	AAA	ACA	ATA	GGA	CAT	CAA	TGA	TAC	...	[315]
T_truncatus	...	..T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Stenella_attenuata	..C	..T	...	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Sousa_chinensis	...	..T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[315]
Delphinus_capensis	aat	aac	ccc	tct	ctt	acc	gta	aaa	aca	ata	gga	cat	caa	tga	tac	...	[315]
Delphinus_delphis	aat	aac	cct	tct	ctt	acc	gta	aaa	aca	ata	gga	cat	caa	tga	tac	...	[315]
Pseudorca_crassidens	aat	aac	cct	tct	ctc	acc	gta	aaa	aca	ata	gga	cac	caa	tga	tac	...	[315]
Steno_bredanensis	aac	aat	ccc	tct	ctc	acc	gta	aaa	aca	ata	gga	cac	caa	tga	tac	...	[315]
T_aduncus	TGA	AGC	TAT	GAA	TAT	ACC	GAC	TAC	GAA	GAC	CTA	AAC	TTT	GAC	TCA	...	[360]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[360]
Delphinus_capensis	tga	agc	tat	gaa	tat	acc	gac	tat	gaa	gac	cta	aac	ttt	gac	tca	...	[360]
Delphinus_delphis	tga	agc	tat	gaa	tat	acc	gac	tat	gaa	gac	cta	aac	ttt	gac	tca	...	[360]
Pseudorca_crassidens	tga	agc	tat	gaa	tat	acc	gac	tac	gaa	gac	cta	aac	ttt	gac	tca	...	[360]
Steno_bredanensis	tga	agc	tat	gaa	tat	acc	gac	tac	gaa	gac	cta	aat	ttc	gac	tca	...	[360]
T_aduncus	TAC	ATA	ATT	CCA	ACC	CCA	GAT	CTA	AAA	CCA	GGC	GAA	CTA	CGA	TTA	...	[405]
T_truncatus	...	...	...	...	...	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]

Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	T..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Stenella_attenuata	...	...	G..	...	...	T..	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	..G	[405]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	T....	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	[405]
Delphinus_capensis	tac	ata	att	cca	acc	tca	gat	cta	aaa	cca	ggc	gaa	cta	cga	tta		[405]
Delphinus_delphis	tac	ata	att	cca	acc	tca	gat	cta	aaa	cca	ggc	gaa	cta	cga	tta		[405]
Pseudorca_crassidens	tac	ata	att	cca	acc	tca	gat	cta	aaa	cca	ggc	gaa	cta	cga	ctc		[405]
Steno_bredanensis	tac	ata	att	cca	acc	tca	gat	cta	aaa	cca	ggt	gaa	cta	cga	ttg		[405]
T_aduncus	TTA	GAA	GTA	GAT	AAT	CGA	ATG	GTT	CTA	CCC	ATA	CAA	ATG	ACA	ATT		[450]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..T	...	...	...	...	...		[450]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..A	...		[450]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	..C	...	...	...	...	...	...		[450]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[450]
Delphinus_capensis	tta	gaa	gta	gat	aat	cga	atg	gtt	cta	ccc	ata	caa	atg	aca	atc		[450]
Delphinus_delphis	tta	gaa	gta	gat	aat	cga	atg	gtt	cta	ccc	ata	caa	atg	aca	atc		[450]
Pseudorca_crassidens	tta	gaa	gta	gat	aac	cga	ata	gtt	cta	cct	ata	caa	ata	aca	att		[450]
Steno_bredanensis	tta	gaa	gta	gat	aat	cga	atg	gtt	cta	ccc	ata	caa	ttg	aca	atc		[450]
T_aduncus	CGA	ATA	TTA	GTC	TCC	TCA	GAA	GAT	GTA	TTA	CAC	TCA	TGA	GCT	GTC		[495]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[495]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	C..	...	...	...	...	...		[495]
Delphinus_capensis	cga	atg	tta	gtc	tcc	tca	gaa	gat	gtg	tta	cac	tca	tga	gct	gtc		[495]
Delphinus_delphis	cga	atg	tta	gtc	tcc	tca	gaa	gat	gtg	tta	cac	tca	tga	gct	gtc		[495]
Pseudorca_crassidens	cga	ata	cta	gtc	tcc	tca	gaa	gat	gta	tta	cac	tca	tga	gct	gtc		[495]
Steno_bredanensis	cga	ata	cta	gtc	tcc	tca	gaa	gac	gta	tta	cac	tca	tga	gct	gtc		[495]
T_aduncus	CCT	TCC	CTA	GGC	CTA	AAA	ACA	GAC	GCA	ATT	CCT	GGC	CGC	CTA	AAC		[540]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Tursiops_sp._3	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Tursiops_sp._4	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Tursiops_sp._5	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Stenella_coeruleoalba	..C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Stenella_attenuata	...	..T	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[540]
Delphinus_capensis	cct	tcc	cta	ggc	cta	aaa	aca	gac	gca	att	cct	ggc	cgc	cta	aac		[540]
Delphinus_delphis	cct	tcc	cta	ggc	cta	aaa	aca	gac	gca	att	cct	ggc	cgc	cta	aac		[540]
Pseudorca_crassidens	ccc	tcc	tta	ggc	cta	aaa	aca	gac	gca	atc	cct	ggt	cgc	cta	aac		[540]
Steno_bredanensis	cct	tcc	cta	ggc	cta	aaa	aca	gac	gca	att	cct	ggc	cgc	cta	aac		[540]
T_aduncus	CAA	ACA	ACC	CTA	ATA	TCA	ACA	CGA	CCT	GGT	CTA	TTC	TAT	GGG	CAA		[585]
T_truncatus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..G	...	..C	..A	...		[585]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[585]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[585]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[585]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[585]
Tursiops_sp._5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[585]
Stenella_coeruleoalba	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..G	...	...	..A	...		[585]
Stenella_attenuata	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..G	...	...	..A	...		[585]
Sousa_chinensis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..A	...		[585]
Delphinus_capensis	caa	aca	acc	cta	ata	tca	aca	cga	cct	ggt	ctg	ttc	tat	ggg	caa		[585]
Delphinus_delphis	caa	aca	acc	cta	ata	tca	aca	cga	cct	ggt	ctg	ttc	tat	ggg	caa		[585]
Pseudorca_crassidens	caa	ata	acc	cta	aca	tca	aca	cga	ccc	ggc	ctg	ttc	tat	gga	caa		[585]
Steno_bredanensis	caa	aca	acc	cta	ata	tca	aca	cga	cct	ggc	tta	ttc	tat	gga	caa		[585]
T_aduncus	TGC	TCA	GAG	ATT	TGC	GGC	TCT	AAT	CAC	AGC	TTT	ATA	CCA	ATC	GTT		[630]
T_truncatus	..T	...	..A	...	...	...	...	..C	...	...	...	...	...	...	...		[630]
Tursiops_sp._1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[630]
Tursiops_sp._2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[630]
Tursiops_sp._3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[630]
Tursiops_sp._4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		[630]

<i>Tursiops</i> _sp._5	... ..G ... .. [630]
<i>Stenella</i> _coeruleoalba	... ..A ... .. [630]
<i>Stenella</i> _attenuata	..T ... ..A ... .. [630]
<i>Sousa</i> _chinensis	... ..A ... .. [630]
<i>Delphinus</i> _capensis	tgc tca gaa att tgc ggc tct aat cac agc ttt ata cca atc gtt [630]
<i>Delphinus</i> _delphis	tgc tca gaa att tgc ggc tct aat cac agc ttt ata cca atc gtt [630]
<i>Pseudorca</i> _crassidens	tgt tca gaa att tgt ggc tca aat cac agc ttt ata cca atc gtt [630]
<i>Steno</i> _bredanensis	tgt tca gaa att tgc ggc tca aat cac agc ttc atg cca att gtt [630]
<i>T</i> _aduncus	CTC GAA CTA GTA CCA TTA GAG AAT TTT GAA AAA TGA TCT ACA TCC [675]
<i>T</i> _truncatus	... ..T ... ..C ... .. [675]
<i>Tursiops</i> _sp._1	... .. [675]
<i>Tursiops</i> _sp._2	... .. [675]
<i>Tursiops</i> _sp._3	... .. [675]
<i>Tursiops</i> _sp._4	... .. [675]
<i>Tursiops</i> _sp._5	... .. [675]
<i>Stenella</i> _coeruleoalba	... ..T ... .. [675]
<i>Stenella</i> _attenuata	... ..T ... .. [675]
<i>Sousa</i> _chinensis	... ..T ... .. [675]
<i>Delphinus</i> _capensis	ctc gaa cta gta cct tta gag aat ttt gaa aaa tga tct gca tcc [675]
<i>Delphinus</i> _delphis	ctc gaa cta gta cct tta gag aat ttt gaa aaa tga tct gca tcc [675]
<i>Pseudorca</i> _crassidens	ctc gaa tta gta cct tta gag aat ttc gaa aaa tga tct gca tcc [675]
<i>Steno</i> _bredanensis	ctc gaa ctg gta cct cta gag aat ttt gaa aaa tga tct gta tcc [675]
<i>T</i> _aduncus	ATA TTA TAA [684]
<i>T</i> _truncatus	... .. [684]
<i>Tursiops</i> _sp._1	... .. [684]
<i>Tursiops</i> _sp._2	... .. [684]
<i>Tursiops</i> _sp._3	... .. [684]
<i>Tursiops</i> _sp._4	... .. [684]
<i>Tursiops</i> _sp._5	... .. [684]
<i>Stenella</i> _coeruleoalba	... .. [684]
<i>Stenella</i> _attenuata	... .. [684]
<i>Sousa</i> _chinensis	... .. [684]
<i>Delphinus</i> _capensis	ata tta taa [684]
<i>Delphinus</i> _delphis	ata tta taa [684]
<i>Pseudorca</i> _crassidens	ata tta taa [684]
<i>Steno</i> _bredanensis	ata tta taa [684]

**Gambar 3.** Urutan gen COX II *Tursiops* sp. penelitian (684 nt) dengan mamalia air pembanding (*GenBank*)

Pada Gambar 3 disajikan bahwa kelima sampel setelah dilakukan *multiple alignment* dengan semua spesies pembanding semua nukleotida penyusun gen COX II berjumlah 684 nt. Jumlah nukleotida penyusun gen COX II yang sama antara *Tursiops* sp. dengan mamalia air pembanding menunjukkan bahwa tidak ada terjadi insersi maupun delesi. Adanya keragaman nukleotida pada Gambar 3 menandakan bahwa terjadi substitusi dalam bentuk transisi maupun transversi. Matriks perbedaan nukleotida dan asam amino dari kelima sampel *Tursiops* sp. dengan mamalia air pembanding (*GenBank*) disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 disajikan perbedaan nukleotida yang paling kecil yaitu perbedaan yang terjadi antara *T. aduncus* (*GenBank*), *Tursiops* sp. 1 dan 2; serta antara *Tursiops* sp. 3 dan 4, yaitu sebesar nol. Dari kelima sampel berdasar urutan nukleotidanya memiliki nilai homologi yang tinggi terhadap *T. aduncus*, yaitu 99,13%. Apabila dibandingkan dengan *T. truncatus* (*GenBank*), kelima sampel menunjukkan perbedaan yang cukup besar yaitu berkisar antara 19-21 nukleotida (nilai homologi 97,1%).

Berdasar urutan asam amino, antara *T. aduncus* (*GenBank*) dengan kelima sampel *Tursiops* sp. sama sekali tidak ada perbedaan. Apabila dibandingkan dengan *T. truncatus*, *D. capensis*, dan *D. delphis*

(*GenBank*), kelima sampel menunjukkan perbedaan asam amino sebanyak masing-masing dua asam amino. Hasil ini menunjukkan bahwa *Tursiops* sp. 1, 2, 3, 4, dan 5 yang berasal dari Laut Jawa homologinya 100% dengan *T. aduncus*, sedangkan dengan *T. truncatus*, *D. capensis*, dan *D. delphis* adalah sekitar 99,1%. Jarak genetik *Tursiops* sp. Pada penelitian ini dan mamalia air pembanding berdasar metode Kimura 2 parameter (Kumar *et al.*, 2008) disajikan pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa jarak genetik paling kecil adalah jarak genetik antara *Tursiops* sp. terhadap *T. aduncus* (0,1%). Selanjutnya berturut-turut jarak genetik antara *Tursiops* sp. terhadap spesies pembanding adalah 1,5% (*D. capensis*); 1,6% (*D. delphis*); 1,6% (*S. coeruleoalba*); 2,2% (*S. chinensis*); 3,0% (*T. truncatus*); 3,9% (*S. attenuata*); 6,6% (*Steno bredanensis*); dan paling besar adalah 7,9% terhadap *Pseudorca crassidens*. Hal ini menunjukkan bahwa kekerabatan yang paling dekat dengan *Tursiops* sp. pada penelitian ini adalah dengan *T. aduncus* dan paling jauh adalah dengan *Pseudorca crassidens*.

Jarak genetik antar *Tursiops* sp. berdasar urutan nukleotida terhadap spesies mamalia air pembanding selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk filogram menggunakan metode *Neighbor joining* dengan *bootstrap* 1000 kali (Gambar 4), sedangkan berdasar urutan asam amino disajikan pada Gambar 5.

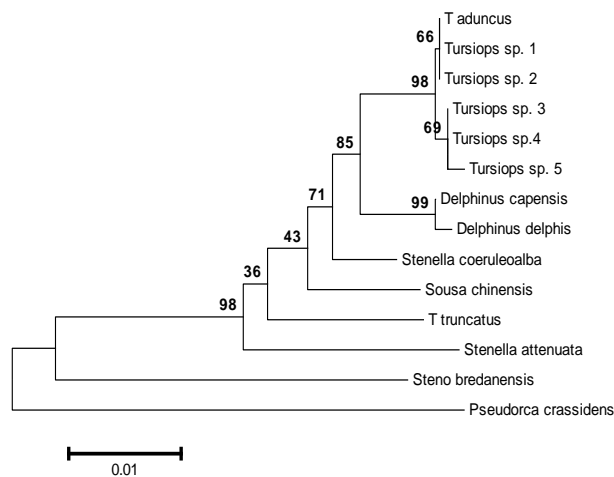
**Tabel 2.** Matriks perbedaan nukleotida dan asam amino COX II (684 nt) *Tursiops* sp. dengan spesies mamalia air pembanding (*GenBank*)

No.	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	<i>T. aduncus</i>		2	0	0	0	0	0	2	3	3	2	2	5	4
2	<i>T. truncatus</i>	19		2	2	2	2	2	0	1	1	0	0	3	3
3	<i>Tursiops</i> _sp._1	0	19		0	0	0	0	2	3	3	2	2	5	4
4	<i>Tursiops</i> _sp._2	0	19	0		0	0	0	2	3	3	2	2	5	4
5	<i>Tursiops</i> _sp._3	1	20	1	1		0	0	2	3	3	2	2	5	4
6	<i>Tursiops</i> _sp._4	1	20	1	1	0		0	2	3	3	2	2	5	4
7	<i>Tursiops</i> _sp._5	2	21	2	2	1	1		2	3	3	2	2	5	4
8	<i>Stenella coeruleoalba</i>	11	16	11	11	10	10	11		1	1	0	0	3	3
9	<i>Stenella attenuata</i>	25	24	25	25	26	26	27	20		2	1	1	4	4
10	<i>Sousa chinensis</i>	14	21	14	14	15	15	16	13	17		1	1	4	4
11	<i>Delphinus capensis</i>	9	18	9	9	10	10	11	10	24	15		0	3	3
12	<i>Delphinus delphis</i>	10	19	10	10	11	11	12	11	25	16	1		3	3
13	<i>Pseudorca crassidens</i>	51	46	51	51	50	50	51	44	53	51	50	49		6
14	<i>Steno bredanensis</i>	42	43	42	42	43	43	44	43	41	40	41	42	48	

Kiri bawah= Perbedaan nukleotida; kanan atas= Perbedaan asam amino

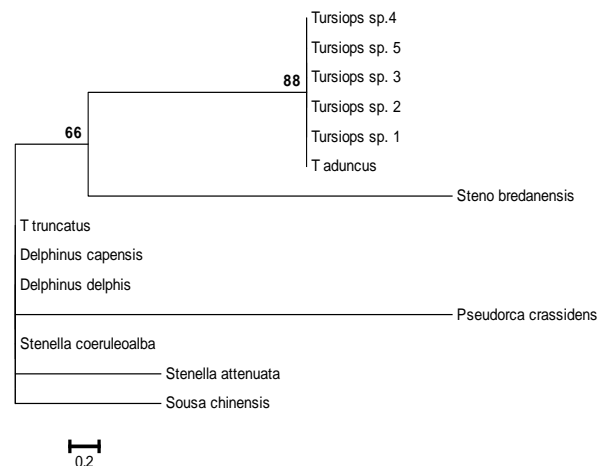
**Tabel 3.** Jarak genetik *Tursiops* sp. dengan spesies mamalia air pembanding berdasar urutan gen COX II (684 nt) menggunakan metode Kimura 2 parameter

No.	Kelompok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>T. aduncus</i>										
2	<b><i>Tursiops</i> sp.</b>	<b>0.001</b>									
3	<i>T. truncatus</i>	0,029	0,030								
4	<i>Delphinus capensis</i>	0,013	0,015	0,027							
5	<i>Delphinus delphis</i>	0,015	0,016	0,029	0,001						
6	<i>Pseudorca crassidens</i>	0,080	0,079	0,072	0,079	0,077					
7	<i>Steno bredanensis</i>	0,065	0,066	0,067	0,063	0,065	0,075				
8	<i>Stenella coeruleoalba</i>	0,016	0,016	0,024	0,015	0,016	0,068	0,067			
9	<i>Stenella attenuata</i>	0,038	0,039	0,036	0,036	0,038	0,084	0,063	0,030		
10	<i>Sousa chinensis</i>	0,021	0,022	0,032	0,022	0,024	0,080	0,062	0,019	0,025	



**Gambar 4.** Filogram berdasar urutan nukleotida gen COX II (684 nt) *Tursiops* sp. dan spesies mamalia air pembanding (*GenBank*) menggunakan metode *Neighbor joining* dengan *bootstrap* 1000 kali

Pada Gambar 4 disajikan *Tursiops* sp. pada penelitian ini berada dalam kelompok yang sama dengan *T. aduncus*. Hal ini ditunjukkan dengan jarak genetik yang sangat kecil (0,1%). Namun, dari kelima *Tursiops* sp. asal Laut Jawa terdapat tiga sampel (nomor 3, 4, dan 5) nampak membentuk subcabang dengan *T. aduncus* (*GenBank*) dengan nilai *bootstrap* 98%. Hal ini karena adanya perbedaan satu dan dua nukleotida dari ketiga sampel tersebut terhadap *T.*



**Gambar 5.** Filogram berdasar urutan asam amino penyusun protein COX II (228 aa) *Tursiops* sp. dan spesies mamalia air pembanding (*GenBank*) menggunakan metode *Neighbor joining* dengan *bootstrap* 1000 kali.

*aduncus*. Namun, dari urutan asam aminonya ketiga sampel tersebut sama sekali tidak berbeda dengan urutan asam amino *T. aduncus* (Tabel 2) sehingga pada filogram berdasar urutan asam amino terlihat bahwa kelima sampel berada pada cabang yang sama dengan *T. aduncus* (Gambar 5).

Berdasarkan urutan nukleotida (Gambar 4) terlihat bahwa kelompok *T. aduncus* paling dekat adalah dengan *Delpinus* spp., dan selanjutnya terhadap *S. chinensis*, *S.*

*attenuata*, *T. truncatus*, dan *S. coeruleoalba*. Hasil dari filogram ini sama seperti dengan jarak genetik spesies tersebut yang disajikan pada Tabel 3. Filogram yang dihasilkan pada penelitian ini juga sama dengan hasil penelitian Duchene *et al.* (2011), Cunha *et al.* (2011), Xiong *et al.* (2009), Widayanti *et al.* (2014), yaitu bahwa *T. aduncus* berkerabat paling dekat dengan *D. capensis*, dan selanjutnya berturut-turut terhadap *S. chinensis*, *S. attenuata*, *T. truncatus*, dan *S. coeruleoalba*. Namun, berdasarkan filogram menggunakan urutan asam amino, kelompok *T. aduncus* paling dekat kekerabatannya terhadap *Delphinus* spp. dan *T. truncatus*. Posisi percabangan *T. truncatus* yang berbeda berdasar urutan nukleotida dan urutan asam amino hal ini disebabkan adanya *silent mutation*, yaitu suatu keadaan ketika susunan nukleotidanya sudah mengalami mutasi tetapi tidak merubah susunan asam aminonya (Nelson dan Cox, 2004).

### KESIMPULAN

Lumba-lumba hidung botol asal Laut Jawa berdasar urutan gen COX II termasuk dalam kelompok spesies *T. aduncus*. *Tursiops aduncus* berkerabat paling dekat dengan *D. capensis*, dan selanjutnya berturut-turut terhadap *S. chinensis*, *S. attenuata*, *T. truncatus*, dan *S. coeruleoalba*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada yang telah memberi dukungan dana, dan kepada PT. Wersut Seguni Indonesia, Kendal, Jawa Tengah yang telah memberikan sampel darah lumba-lumba hidung botol untuk penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cunha, H.A., L.C. Moraes, B.V. Medeiros, J. Jr. Lailson-Brito, and V.M.F. da Silva. 2011. Phylogenetic status and timescale for the diversification of Steno and Sotalia dolphins. **Plos ONE**. 6(12):e28297. Doi. 10.1371/journal.pone.0028297.
- Duchene, S., F.I. Archer, J. Vilstrup, S. Caballero, and P.A. Morin. 2011. Mitogenom phylogenetics: The impact of using single regions and partitioning schemes on topology, substitution rate and divergence time estimation. **Plos ONE**. 6(11):e27138. Doi. 10.1371/journal.pone.0027138.
- Klinowska, M. 1991. **Dolphins, Porpoises, and Whales of the World**. The IUCN Red Data Book. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Kumar, S., M. Nei, J. Dudley, and K. Tamura. 2008. MEGA5: A biologistcentric software for evolutionary analysis of DNA and protein sequences. **Brief Bioinform**. 9:299-306.
- Nelson, D.L. and M.M. Cox. 2004. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4<sup>th</sup> ed. W.H. Freeman, USA.
- Rice, D. 1998. **Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution**. San Francisco, CA. Society for Marine Mammalogy.
- Rudolph, P., C. Smeenk, and S. Leatherwood. 1997. Preliminary checklist of Cetacea in the Indonesian archipelago and adjacent waters. **Zoologische Verhandelingen Leiden**. 312:1-48.
- Tamura, K., J. Dudley, M. Nei, and S. Kumar. 2007. MEGA4: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. **Mol. Biol. Evol**. 24:1596-1599.
- Thompson, J.D., D.G. Higgins, and T.J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. **Nucleic Acid Res**. 22:4673-4680.
- Widayanti, R., T. Susmiati, dan W.T. Artama. 2013. Kajian keragaman gen ND6 pada Tarsius endemis Indonesia. **J. Vet**. 14(2):239-249.
- Widayanti, R., Y.H. Fibrianto, dan W.R. Wendo. 2014. Lumba-lumba hidung botol Laut Jawa adalah *Tursiops aduncus* berdasar sekuen gen NADH dehidrogenase subunit 6 (ND6). **J. Vet**. 15(1):95-102.
- Xiong, Y., M.C. Brandley, S. Xu, K. Zhou, and G. Yang. 2009. Seven new dolphin mitochondrial genomes and a time-calibrated phylogeny of whales. **BMC Evol.Biol**. 9(20): Doi. 10.1186/1471-2148-9-20.